雙　月　刊

核能簡訊
NUCLEAR NEWSLETTER

NO. 122
2010 FEBRUARY

名古屋與松江城的深情對話

智慧與經驗交響而成的樂章
第二十四屆台日核能安全研討會

台日核能安全研討會：台灣核電廠延壽與功率提昇以減少二氧化碳排放
台灣核工人才的養成教育
歐電聯盟：留核能，減碳
歐洲吹起陣陣核風
英國民眾不清楚能源議題，男女大不同
加拿大廣發英雄帖：徵求民間自願提供廢棄物場址



核能簡訊 NUCLEAR NEWSLETTER

NO.122 雙月刊
February 中華民國九十九年2月號

封面圖片：日本松江城

專題報導

1 名古屋與松江城的深情對話 編輯室
5 第24屆台日核能安全研討會：智慧與經驗交響而成的樂章 編輯室
10 台日核能安全研討會：台灣核電廠延壽與功率提昇以減少二氧化碳排放 朱鐵吉
12 台日核能安全研討會：台灣核工人才的養成教育 潘欽

核能脈動

15 歐電聯盟：留核能 減碳 編輯室
17 歐洲吹起陣陣核風 編輯室
18 英國民眾不清楚能源議題-男女大不同 編輯室
20 加拿大廣發英雄帖-徵求民間自願提供廢棄物場址 編輯室
21 立陶宛中低放廢處置場簽約 編輯室

輻射看板

22 民生消費食品及飲水放射性含量分析報導 編輯室

核能新聞

25 國內外新聞 編輯室

出版單位：中華民國核能學會
財團法人核能資訊中心
地　　址：新竹市光復路二段一〇一號研發大樓208室
電　　話：（03）571-1808
傳　　真：（03）572-5461
網　　址：http://www.nicenter.org.tw
E-mail：nicenter@nicenter.org.tw
發 行 人：朱鐵吉
編輯委員：李四海、徐懷瓊、梁鐵民、黃文盛、劉仁賢、潘欽、蔡顯修、謝牧謙、顏上惠（依筆畫順序）
主　　編：朱鐵吉
顧　　問：喻冀平
文　　編：鍾玉娟、翁明琪、陳婉玉
執　　編：卓姵吟
設計排版：長榮國際　文化事業本部
地　　址：台北市民生東路二段166號6樓
電　　話：02-2500-1172
製版印刷：長榮國際股份有限公司　印刷廠

編者的話

世新大學民調中心於2009年12月，發布一項由行政院原子能委員會委託進行的調查，有73.8%的民眾認同透過改變產業結構，以減少溫室氣體排放。有七成（69.9%）民眾支持發展再生能源以取代核能。對核能發電，49.1%受訪者支持核能做為發電選項之一。

然而，七成民眾認為可以用來取代核能的再生能源，同樣會產生污染或是製造廢棄物（例如太陽電池中所使用的重金屬），對環境並不是百分百無害；再生能源發電容易受到天候影響，也無法提供穩定的發電量。再論及當今時興的綠色科技，其材料來源也不環保；從電動車、省電燈泡到超大型風力發電機，這些目前最環保的技術，都需要「稀土金屬」做為材料。重稀土的最大需求者可能就是大型風力發電機業者，因為未來風機塔的設計將會越來越高，而5噸重的發電機頂端需要更輕的磁鐵；所以全球對這類物質的需求正迅速上升，而這些元素幾乎全來自中國，礦產的過度開採對環境造成了更嚴重的破壞。

相較之下，就不難理解為何2009年的全球各國，多以核能當作減碳的首要之選。美國政府能源法案擬議提供貸款保證以振興核能產業；英國政府計畫以兩種最先進的第三代反應器展開核能復興計畫；義大利政府已經修訂原先禁止建設核電廠的法律，核能發電已獲得政治上的全力支持；瑞典宣布將廢除逐步淘汰核能及禁止核能技術的法令；台灣前行政院長劉兆玄也表示核能是邁向低碳排放的過渡型能源；阿拉伯聯合大公國也開出價值估計約400億美元的核電廠營造合約。各國政府的態度在轉變，紛紛調整能源政策，認為核能可和風力、太陽能並行，可以是發展能源的一個選項。

第24屆台日核能安全研討會於日本名古屋市舉行，台日雙方皆發表了許多核能相關的重要議題供與會人員相互交流經驗；尤其清華大學原科院潘欽院長所提的台灣人才斷層隱憂與學校對應培訓方針，期能解決核能人才缺乏的問題。此外，日方還精心安排浜岡核電廠及島根核電廠的參觀行程，我國團員此行皆收穫豐富、滿載而歸。

名古屋與松江城的深情對話

文．編輯室

第24屆台日核能安全研討會於名古屋市舉行，我國代表團30餘人，除參加研討會之外，也參觀了瑞浪深地層實驗室、豐田汽車廠、浜岡核能電廠以及鄰近松江古城的島根核能電廠。停留期間，團員們分別探索了名古屋與松江兩個城市的多種風貌，提供讀者日後前往旅遊時參考。

歷史文化與現代工業交融的名古屋

名古屋是日本中部愛知縣省會，建立於400年歷史和傳統的基礎上，也是日本中部政治、經濟、文化的中心，擁有裝飾著琉金逆戟鯨的名古屋城、展示分封領主尾張德川家用具的德川美術館，與熱田神宮等歷史名勝古蹟。此外，有著100米寬道路的久屋大通公園、名古屋車站、榮地下商業街等大規模商圈。還有以先進技術保存海洋稀有物種和展示海洋生物神秘生命的名古屋港水族館；以實例演示介紹從手工工具到高技術機械技術發展的產業技術紀念館。總之，這裡是一個豐富多彩和充滿魅力的觀光城市。

名古屋的觀光旅遊景點相當的多，首先是名古屋周遭的名山，有犬山、飛彈高山、三河灣、鈴鹿以及伊勢志摩等有名的遊覽勝地。其中飛彈民俗村、德川美術館、大須觀音、熱田神宮、白川鄉合掌村、名古屋城、濱名湖、名古屋電視塔、明治村、下呂溫泉、能登溫泉、崎阜城、犬山城以及小京都街道等，都是不可錯過的地點，值得我們停下腳步，慢慢體會名古屋的萬種風情！



▲ 典雅宏偉的名古屋城（黃憲章攝）

名古屋城始建於日本長慶17年間（公元1612年），是尾張德川家的城堡，她匯集日本桃山時期（公元前1600年左右）建築技術的精華，是外表5層、內在7層構造的建築。昭和20年（1945年）因戰火而燒毀，現在看到的天守閣再建於昭和34年。經改建後3層到5層用於介紹和展示當時領主及城中市井百姓的生活，以及有關金逆戟鯨的故事等，還可以在這體驗搬運巨石和乘轎子的樂趣。第7層則是展望室，極目四望，名古屋市景盡收眼底。天守閣屋脊上的金色獸頭瓦最為有名，其英姿始終是名古屋的象徵。

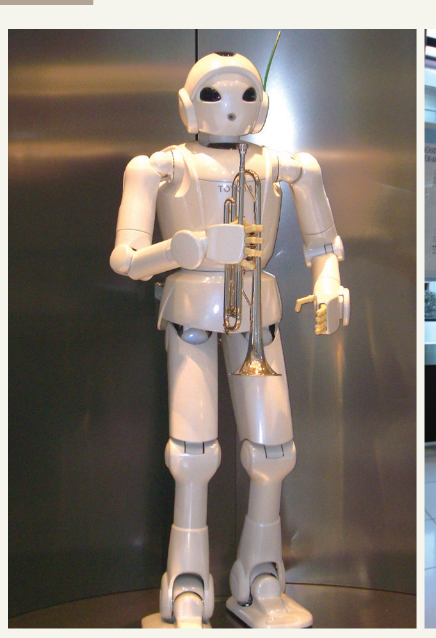
外人難窺其秘的豐田汽車工廠

此次由日方特別安排到名古屋附近豐田市的豐田汽車「提工廠」參觀，據說是非常難得的特殊待遇。根據國內豐田汽車高階主管表示，一般人是無法進入生產線內參觀，連他自己也是因為表現優異而能到此參觀過1次。

提工廠生產線大部分是由機械手臂進行焊接、組裝等工作，一聲令下，只見十幾隻機器人在車輛的各個部位焊接，探頭探腦、靈活俏皮的模樣令人想到電影瓦力「WALL-E」，非常活潑有趣。

進行車內零組件安裝的部分則是由人工完成，放眼望去都是相當年輕的作業員，他們必須在大約2公尺的作業區，一邊隨著生產線移動，一邊完成所有的工作。一輛做完緊接著一輛，動作非常俐落有效率，令人讚嘆。

位於豐田汽車總公司旁邊的豐田會館，開放供一般民眾參觀。展覽設施的主題為「Today for Tomorrow」，在此展示了12款豐田最新的車款及3款凌志汽車。其中最引人駐足的就是新奇有趣的機械人，特定時間一到，他就開始吹奏樂器，身體也會隨著節奏擺動。另有10部既可作個人代步器又可變身四輪汽車的i-unit，揭示了未來世界的





◀ 豐田會館內展出多種前衛又新奇的機器人與車款（黃憲章攝）







圖一：深秋楓紅醉人（鄭美玉攝）
圖二：國色天香的牡丹花，嬌豔欲滴（鄭美玉攝）
圖三：由志園內景色宜人（鄭美玉攝）
圖四：大須觀音寺外經幡飄揚（張啟濱攝）

▲松江古城巍峨壯麗，保存得十分完好（黃憲章攝）

無限可能，置身其中有如劉姥姥進大觀園。參觀時間約需30-60分鐘，可免費入場參觀。

由志園內豔麗驚人的牡丹

由志園是山陰地區最大的池泉回遊式日本庭園，設有瀑布、燈籠等正統的裝飾，池塘內有錦鯉悠游其中，整個庭園造景流露著清新怡人的氣息。附近地區向來以牡丹著名，由志園內以溫室培養的牡丹，特別碩大嬌豔，以牡丹點綴其中，成為其傲視全國的特色。今年於11月14日至11月30日舉辦夜間紅葉牡丹觀賞會，我們非常幸運地恭逢其盛。

以大須觀音寺為中心充滿平民色彩的大須商店街，是從名古屋開府以來就有的，從大須觀音的門前街發展而來，帶有拱廊的街道縱橫交錯，除了有演藝明星進進出出的劇場，還有各國美食。此外，另有衣料、成品服裝店、家用計算機、家電產品商店，也有受年輕人歡迎的舊服裝店，櫛比鱗次，一派熱鬧景象。



▲ 遊客可乘坐觀光船周遊松江城附近各大景點（張啟濱攝）

◀ 鹽見繩手街的武士家宅（黃憲章攝）

▲ 宍道湖的落日餘暉，美景令人讚歎不已（張啟濱攝）

集古典與貴氣於一身的松江城

松江市是位於島根縣東部行政與經濟的中心城市。位於宍道湖、中海、島根半島所環抱的松江平原上。大橋川貫穿城市中間，到處是人工水渠，有水城之稱。1611年建造松江城時，由於軍事上的需要，挖掘了許多水路，所以松江成了水鄉。現在利用這些水路開發出水路觀光，有遊覽船供遊客周遊各大景點，船夫還會一邊駕船一邊唱傳統的小調娛樂遊客呢。

松江城位於松江市堀川河畔，是日本山陰地區唯一的古城堡，建於1607年，耗費5年之久建造而成，成為出雲的中心要地而繁華一時。屬桃山戰國時代風格，宏偉雄大，又名「千馬城」，是國家重要的文化資產，在寬大的院內有被推崇為國寶的社殿和其他建築。這段時間正好是松江城建城400週年(1609年開府)，松江地區舉辦了相當多熱鬧的慶典與活動，當地很多伴手禮的禮盒上也印有建城400周年的字樣。

松江城的天守閣上有觀景室，可一覽西邊的宍道湖和東邊的大山。另外，建於20世紀初葉的木結構西洋建築—迎賓館已成為鄉土資料館，城堡附近則開闢為城山公園，成為市民們的休閒場所。

沿著松江城公園步道往北走穿過堀川，則可以到「小泉八雲紀念館」與「武家屋敷」等相關景點。

松江城北面的護城河旁是鹽見繩手街，這裏還保存著18世紀初葉建造的武士住宅。黑色的屋瓦、白色的牆面，再加上路邊的蒼松老樹，讓遊人遐想往日的情景。小說家拉夫卡狄歐．哈恩（日本名為小泉八雲）喜歡松江，更喜歡從宍道湖大橋上眺望的風景，最終歸化了日本，他的舊居和紀念館就在這條街上。

宍道湖位於島根縣東北部，北面是島根半島，西面是出雲平原，東面是松江平原，它的周長達48公里，為日本第7大湖。東岸嫁島一帶的湖光水色，特別是從松江市內的宍道湖大橋上遠望過去，景色極為迷人。白瀉公園和從島根半島北陵的北山上眺望的景觀都值得一看。另外，還可以乘坐遊覽船從湖中觀賞落日餘輝映照下的湖光山色。

參考資料：
1. http://www.welcome2japan.hk/location/regional/aichi/nagoyajo.html
2. http://www.welcome2japan.hk/location/regional/shimane/matsue.html

第24屆台日核能安全研討會：
智慧與經驗交響而成的樂章

文．編輯室



▲ 中華民國核能學會理事長蔡春鴻致詞（JAIF提供）

24年的時間，足以讓一個孩子茁壯成青年；已舉辦24屆的台日核能安全研討會，藉由每年的會議與觀摩交流，促使兩國核能安全文化臻於穩定成熟。今年的研討會於11月17、18日在日本名古屋舉行，經由日方的精心安排，我方訪問團參訪瑞浪超深地層研究所、浜岡核電廠與島根核電廠。本刊派員隨行採訪，謹將所見所聞與讀者分享。

智慧與經驗激盪而成的台日核安研討會

兩天的研討會中，雙方共發表19篇的專題演講與論文，主題分別為：核電廠的建設、運轉與管理；用過核燃料與放射性廢棄物管理；事故因應與防災訓練以及人才養成。

日本現有53部（至2009年11月底）核能機組在運轉中，有3部機組正在建造，另有10部機組計畫興建中。由於種種因素的限制，日本核能發電容量因數始終偏低，2008年只有58%，美國則有91.5%，我國也高達89%。針對此問題，日方特別邀請台電公司在本次研討會中提供我國高容量因數的管理

方式。台電公司黃憲章副總經理在特別演講時，一一說明在因應減碳要求下，台灣未來的核能發展以及新機組興建計畫等議題（本刊第10頁有詳文說明）。

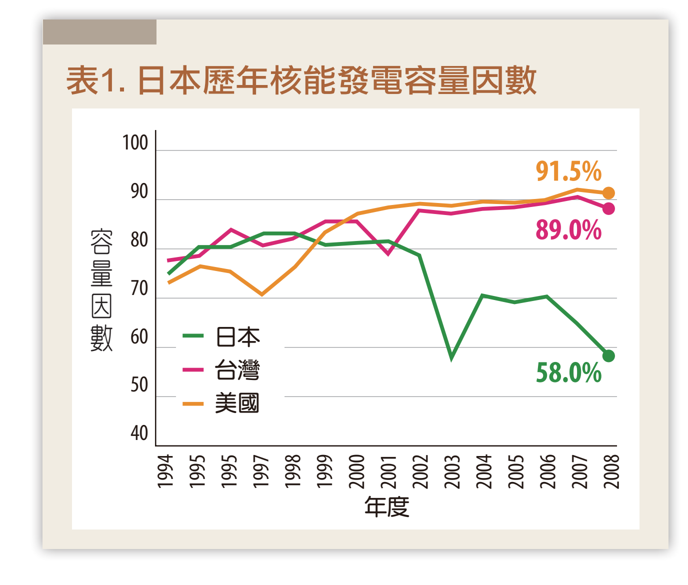


表1. 日本歷年核能發電容量因數

本次研討會是由日本的中部電力公司主辦，日本共有10家電力公司，都屬民營性質。中部電力公司的總發電容量為32.62GWe(2009年3月)，核能占裝置容量約17%，比日本全國平均值25%低許多。該公司副社長淺野晴彥表示，他們深刻了解核能可降低二氧化碳排放量的重要性，為了因應全球氣候變遷，中部電力公司未來將積極擴增核能裝置容量。

原能會輻射防護處劉文熙副處長特別演講的內容，是說明台灣目前推動的醫療院所的輻射防護計畫與醫療輻射防護品質保證等工作。

一、核電廠的建設、運轉與管理

日本中國電力公司專任係長西迫貴章先生發表島根電廠3號機的興建情形與工程管理，台方則由台電核技處姚俊全處長報告龍門電廠的建設及試運轉的準備情形。

接著由日本原子力發電管理室小野瀨鉄也先生報告日本目前運轉中的輕水式反應器功率提昇的現況，主要是針對東海核電廠2號機5%的功率提昇做說明。我國原能會核管處張欣科長則說明核電廠小幅度功率提昇的成果，以及即將進行的中幅度功率提昇計畫。隨後台電公司核發處李文華副處長上台報告日方最感迫切的課題—在高容量因數下的電廠運轉、維修與管理，以及增加容量因數的方法等經驗。

由於日本處在地震帶，核電廠經常遭受地震侵襲，東京電力公司國友良浩先生在會中報告經過2007年7月16日中越沖6.8級強震之後的柏崎刈羽電廠，於修復相關廠房、設備損壞之餘，另增加多項防護措施，將每座機組的防震係數提高至1,000gal，確保電廠未來在強震下仍能安然無損。

隨後，中部電力發電本部尾西重信副長介紹同樣遭受強震（2009年8月11日6.5級駿河灣地震）襲擊的浜岡電廠，在震後重新啟動的過程。內容包括地震後電廠的反應措施、安全檢查程序暨建築物、管線和重要組件的評估，全廠整體性評估流程和處理方法與程序以及後續的補強計畫，將原本的耐震度由600gal提昇至1,000gal。

台電核能安全處張啟濱組長報告台電在維護法規方面的執行情形，台電在實施維護法規後明顯提升電廠的安全性和運轉效率。

二、放射性廢棄物的管理

日本原子力發電環境整備機構片平重博部長發表日本高放射性廢棄物地底貯存現況，特別提及日本NUMO地下掩埋場的使用情形，與當地民眾溝通、公關工作推展以減少地方上阻力等實例，非常值得我國參考。

台電後端營運處蔡顯修處長介紹台電低放射性廢棄物最終處置場的選址作業，現有處置場的簡介，候選場址的地質探勘，貯存場地的設計和營運管理，與當地民眾的溝通等議題。

三、事故因應與防災訓練以及人才養成

日本中部電力原子力部山田浩二課長，說明浜岡核電廠4、5號機反應器氫氣事故的原因和解決方法。其內容有助於台電檢視現有核電廠是否也有類似的問題，以便事前防患。

日本關西電力原子力事業本部吉田裕彥先生隨後發表在壓水式反應器一次側應力腐蝕龜裂的處理措施和經驗分享。

日本原子力安全基盤機構齊藤実先生報告日本2008年核能綜合防災訓練。我國原能會核技處周宗源副處長則說明我國2009年緊急核能防災演練相關計畫執行情形，與日方代表交換意見和分享經驗，作為彼此未來防災訓練改善的參考。

日本原子力產業協會小西俊雄先生，報告日本核能人才培訓計畫、遴選學生參與世界核能大學(WNU)，加強國際交流，強化核能教育，促進社會大眾的瞭解。清華大學原子科學院潘欽院長則報告台灣的核子工程教育，介紹清華大學核工科系與時具進的過程，計畫以教學多樣性和課程多元化吸引理工學院的學生，彌補核能界的人才斷層（本刊第12頁有詳文介紹）。

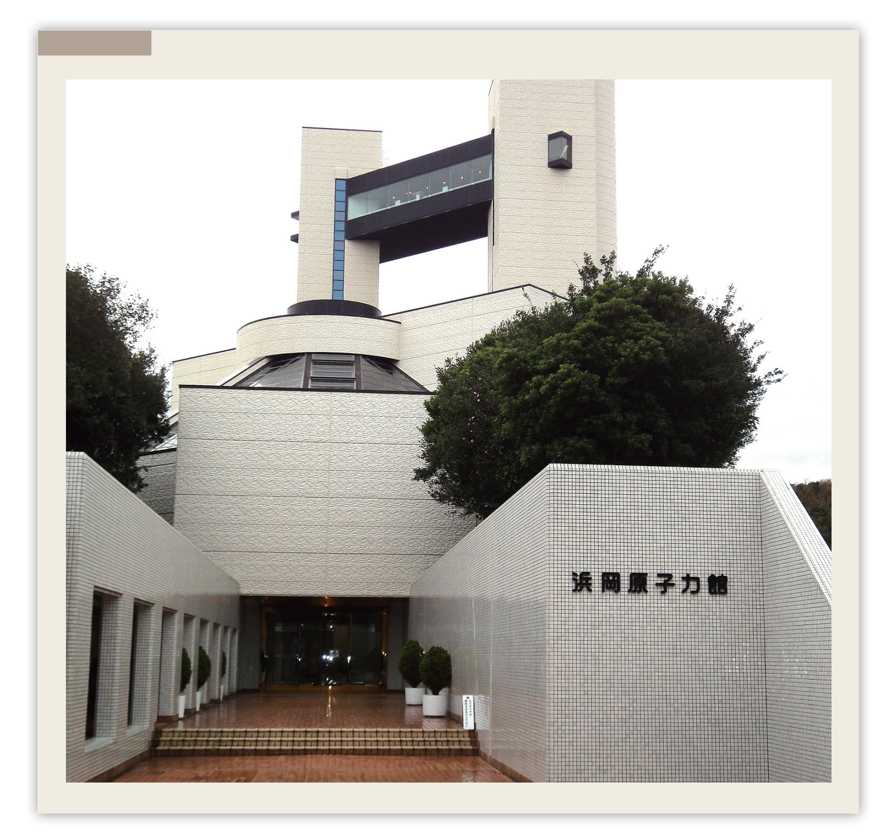
深入地下千米的瑞浪超深地層研究所

位於岐阜縣東濃(TONO)地區的瑞浪超深地層研究所，是日本原子力研究開發機構(JAEA)為了建造放射性廢棄物最終處置場，進行相關地質研究的機構。研究方式是鑽2個1,000公尺深的縱向坑道，同時在每隔100公尺深的距離處挖掘橫向坑道，以貫通兩個縱向坑道。日本為地震頻繁地區，為瞭解斷層帶對最終深層處置場的影響，該研究所特別選擇在斷層地區挖掘坑道進行研究，今（2009）年10月17日剛完成400公尺橫向坑道的貫通工程。展示區內還放置了「貫通石」供來賓帶回家做紀念，據說有趨吉避凶、開創好運的吉祥意義。

隨後代表團分成3組，全副武裝換裝完畢之後進入升降機，以每分鐘100公尺的速度下降到達300公尺深的橫向坑道參觀。在此空間非常寬敞明亮、空氣新鮮無異味，完全無法想像正位於地底深處，是非常難得的體驗。



一：日本當地人士相當踴躍參與本次研討會（JAIF提供）
二：地下300公尺處豎坑與橫向坑道的交會處（張啟濱攝）
三：即使是地層深處坑道內依然乾淨清爽，讓人印象深刻（柯志明攝）



▲浜岡電廠設有原子力展示館，民眾可在此瞭解核能發電的原理（胡相宸攝）

島根核電廠 3號機即將完工

島根(Shimane)核電廠位於島根縣東北方，電廠擁有者--日本中國電力公司主要負責本州西部5個縣(島根、廣島、鳥取、岡山、山口)地區32,000平方公里(占日本全國面積8.54%)，770萬人(占日本全國人口數6.1%)的電力供應。中國電力公司的核能配比僅8%，因此最近積極投入核電廠興建，以提升核能裝置容量，預計在島根3號機及上關1、2號機商轉後，核能配比可達30%。

我國代表團分為兩組由引導人員陪同赴島根3號機的工地現場參觀。本刊記者所屬這組的引導人員似乎對參觀路線不熟悉，最後脫離電廠設計的動線，

浜岡核電廠 積極進行6號機興建工程

日本中部電力公司的浜岡(Hamaoka)核電廠，位於靜岡縣東南方。主要負責本州中部5個縣(靜岡、愛知、長野、岐阜、三重)39,000平方公里(占日本全國面積10.5%)、1,600萬人(占日本全國人口數12.5%)的電力供應。

浜岡現有5部機組，由於經濟上的考量，1、2號機已於2008年底永久停機，中部電力已於2009年1月30日提出為期30年的除役計畫。為了取代1、2號機，浜岡電廠已於2009年4月10日開始進行興建6號機的前置調查工作，目標為2020年開始完工商轉。

浜岡電廠於2009年4月計畫在廠區內興建用過核燃料乾式貯存場，目前正進行整地及地質調查，預計2016年完工啟用。



▲從島根原子力展示館遠眺島根電廠（黃憲章攝）

在「找路」的過程中，我們意外參觀到最真實的建廠工地現況。即便如此，我們所經之處依然整潔明亮、空氣清新，工人聚集的地方完全不見雜亂與喧鬧。眼見為憑，日本對工地管理之用心，令人肅然起敬。

依照島根電廠的簡報內容，3號機應能如預期於2011年3月1日裝填燃料及12月1日達成商轉的目標。

後記

此次研討會與各項參訪活動，日方不僅提供極細微具體的資訊，各項報告內容更是詳實深入，無論在數據蒐集、安全分析與改善計畫等，處處表現出實事求是、一絲不苟的工作態度。

日方更大方開放興建中的島根3號反應器廠房，對於團員們的問題可謂知無不言，言無不盡，其真摯誠意令人感動，也非常感謝。日方對於自己不足之處坦誠請教；談及優於台灣的多項成就，也絲毫不見驕色，令人由衷佩服。

此外，不論是瑞浪超深地層坑道內或是正在施工的島根電廠3號機反應爐底，亦或是島根電廠的女性工作人員休息室，處處都是潔淨、舒適的工作環境，日方工地管理的細膩與貫徹程度，讓人讚嘆，非常值得我國相關單位的效法。

為期6天的研討會與參訪活動，行程非常緊湊又充實，完全聚焦於雙方希望獲得的實質內容，這使得台日核安研討會脫離大拜拜會議的形式，進行經驗與智慧的資訊交流。我國的主辦單位—核能研究所不論是會前的籌備過程、訪日期間的聯繫協調以及後續的檢討與資料彙整，無不竭盡心力處處設想周到，在此至上最深的謝意。



▲ 我國代表團換上全副裝備前往參觀島根電廠3號機廠房（林德福提供）

◀ 我國代表團於島根原子力展示館前合影留念（胡相宸提供）

台日核能安全研討會：
台灣核電廠延壽與功率提昇以減少二氧化碳排放

文．朱鐵吉

第24屆台日核能安全研討會中，台灣電力公司黃憲章副總經理的專題演講「台灣核能發電的未來與展望」，提出目前台灣重要的任務是提昇現有的反應器功率與延長運轉壽命，兩者交互相運用以達到最佳狀態。

黃副總表示，台灣的二氧化碳排放量名列世界第22位。從現在開始至2017年為止，台灣能源利用效率每年將提升2%，使用低碳的能源配比將從40%擴大至55%，即二氧化碳的排放量抑減至2000年的基準。核能發電在過去4-5年間平均機組容量因素約為90%，由於2002年非核家園的政策，致使新的核能建設停滯不前。為此，功率提昇與核電廠延壽是台電現階段的重點。

對於功率提昇的具體方法是以小幅度功率提昇(the measurement uncertainty recapture power uprate, MUR)方法將功率提

核四廠鳥瞰圖▼



昇增加1.7%；在現有設備的餘裕之下再以中幅度功率提昇(stretched power uprate, SPU)將功率提昇最高至7%，之後再積極導入大幅度功率提昇(extended power uprate, EPU)，追求功率提昇最高至20%。2009年9月前已經於現有的6個機組導入小幅度功率提昇，設備容量總共增加5萬5千瓩，每年增加發電量約4.35億度。

關於核電廠延壽，核一廠兩部機的運轉延壽20年評估計畫，2009年7月已向原子能委員會提出申請。目前3座核電廠、6部機組，若以小幅度功率提昇，每年發電量增加4.35億度。如果6部機組均能延壽20年，累積發電總量可達8,000億度，相當於抑減5億噸的二氧化碳排放量。將來增設核能機組方面，預估將在現有的4個核電廠增設機組。具體的方針是先在核二廠或核四廠增建第三代反應器機組，以2023年完工運轉為目標。

此外，台電公司核能技術處姚俊全處長亦介紹核四廠的建設及試運轉準備情形。2009年9月底前的工程總進度已達91.05%，機器安裝、配管等大致已完成，目前是進行裝設控制系統的作業。工程進度日程：1號機目前在實施安裝後試驗，可在2010年12月裝填燃料，預定2011年12月商業運轉。2號機將於2011年11月裝填燃料，預計2012年12月開始商業運轉。

台電公司核能發電處李文華副處長則介紹我國核能機組容量因數提昇的情形。容量因數提昇的條件為1.減少非計畫性停機，2.大修工期的縮短，3.改善運轉的管理，4.運用功率提昇，5.機器設備的更新。

上述五項中，要達成第1項必須強化實施預防保養，汽機轉子以及其他設備的更新、保養；作業員的訓練、繼續實施從核能運轉協會(INPO: institute of nuclear power operations)及世界核能發電協會(WANO: world association of nuclear operators)等機構得到的資訊，回饋在實際作業上的改善。至於縮短大修工期，停機前須擬定充分的計畫與準備工作，參考過去國內外的案例，加強設備、工具的有效改善等。2009年核二廠2號機與核三廠2號機，曾經達成大修工期最短紀錄只有29.45日與28.48日。表1列出我國核電廠的容量因數與歷年平均大修工期，這項傲人的成績受到日本的關注，並邀請台電人員在研討會中詳加介紹。

（本文作者為核能資訊中心董事長）

表1.我國核電廠(6部機組)的容量因數與歷年平均大修工期

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
機組容量因數(%)	84.5	86	79.8	87.1	87	88	88.4	88.9	90.3	89
平均大修工期(日)	52	50	53	54	51	45	44	41	37	44

註：$容量因數=\frac{毛發電量}{裝置容量 \times 年時數} \times 100\%$



台日核能安全研討會：台灣核工人才的養成教育

文・潘　欽

▲ 清華大學成功湖的美麗景色(國立清華大學提供)

國立清華大學是台灣目前唯一提供核子工程正規教育的機構。1956年清華大學在台灣復校，初期即是以核子科學為發展重心，原子科學研究所是當時第一個成立的教學單位。

當時清華大學擁有全台灣唯一的研究用反應器—清華水池式核反應器，該反應器於1961年首次達到臨界，1978年台灣首座核電廠—位於台北縣石門鄉的核一廠—開始商業運轉，開啟台灣核能發電的新頁，之後核二廠、核三廠陸續加入商轉行列，目前核四廠亦積極興建中。無疑地，在台灣核能發電的發展進程上，清華大學所提供的核能人才養成教育扮演著舉足輕重的角色，並有非常重要的貢獻，目前台灣核能產、官、學、研各領域的許多骨幹人才有相當比例是清華大學培養出來。

國立清華大學原子科學院架構圖

原子科學院

- 工程與系統科學系：大學部、碩士班、博士班
- 生醫工程與環境科學系：大學部、碩士班、博士班
- 核子工程與科學研究所：碩士班、博士班
- 原子科學院學士班：大學部、雙專長設計
- 台灣國際研究生學程之奈米科技學程：博士班與中研院合辦
- 先進光源學程：碩士班、博士班，與國家同步輻射中心及本校理學院合辦

清華大學與核子工程科學密切相關的教學研究單位，目前有原子科學院（以下簡稱原科院）及原子科學技術發展中心（以下簡稱原科中心）。其中原科院為台灣目前唯一專事核子工程與科學研究的大學學院，擁有輝煌的發展歷史，培育許多傑出的校友，包括1986年諾貝爾化學獎得主李遠哲，現任國立清華大學校長陳文村，現任香港城市大學校長郭位，現任原子能委員會主任委員蔡春鴻，現任台灣電力公司董事長陳貴明等。



▲ 清華大學原子科學所第一屆畢業生與梅貽琦校長合影的珍貴照片

原科中心目前約有50名研究人員、技術人員或職員，分為反應器、保健物理、同位素及加速器4個業務單位，執行原子能和平用途相關研究，如硼中子捕獲治療研究；也提供教學及研究的服務，如學生的反應器實驗與中子照射研究。該中心負責運轉維護的清華水池式反應器（功率為2MW）仍持續提供全國性的教學與研究服務，每年有許多外賓及學生前往參訪。

原科院目前設有4個教學單位，分別為工程與系統科學系（以下簡稱工科系）、生醫工程與環境科學系（以下簡稱醫環系）、核子工程與科學研究所（以下簡稱核工所）、原子科學院學士班。此外，工科系並與中研院合作設立台灣國際研究生學程的奈米科技學程；與國家同步輻射中心及清華大學理學院合作開辦先進光源學程。依98年10月統計數，原科院總學生數達1,162名（大學部634名，研究生528名）；專任教師52位，合聘教師7位，兼任教師14位；其中核工所目前的師資群是全世界最完整的核工教育單位之一。原科院在核子工程與科學方面的主要的研究方向包括：

- **核能安全分析，如穩定性的分析**
- **核電廠功率提昇的研究**
- **核電廠水化學研究**
- **放射性廢棄物管理的研究**
- **第四代核電廠研究，如熔鹽式反應器**
- **中子束應用，如硼中子捕獲治癌研究**

工科系提供工程跨領域教育，主要的教學領域包括核能與能源工程、奈米科技與微機電系統及工程物理。醫環系則提供科學跨領域教育，其主要教學領域為醫學物理與工程、分子生醫光電及環境分子科學。原子科學院學士班的教學目標是教育具有第二專長的能源與環境菁英領袖，學生除了具有能源與環境的核心能力外，並具有依其志趣選修的第二專長。工科系與醫環系共同提供完整的核工基礎訓練，包括：核工原理、核能安全、核能系統、輻射量測實驗、保健物理、放射化學等十餘門基礎課程。

核工所於2007年恢復成立，該所致力的教研方向主要有二：核電廠工程及核子科學與輻射應用。該所提供進階的核子工程與科學課程，包括：反應器物理與工程、熱流與核能安全、核能材料、輻射遮蔽與應用、核熔合與電漿工程、核子科學等近50門課程。

清華大學在核工領域每年可培養60名學士，30名碩士及3-5名博士，應可滿足國內所需的大部分核工專業人才。未來我國很可能在現有的4個廠址再興建12部機組。根據清大原科院最近的一項研究顯示，在現有廠址興建機組，每部機組的人力需求如下表：

單位	每部機組所需工程師與工作人員數	每部機組所需能工程師人數	興建12-20部新機組所需要的核子工程師人數
台電公司	235	83	996-1,660
核能研究所（研發單位）	38	19	228-380
原子能委員會(包括物管局與核研所管制單位)	19	10	120-200
核能顧問公司(建廠期間)	200-300	30-45	225-765

假設新建機組在現有核能電廠址內；*本表不含現有核工從業人員退休遞補的需求；
*國立清華大學因應教師退休每年需聘2名博士級的核工人才
*工程顧問公司在新建機組12部情節時，後6部機組所需人力可由前6部調用



▲清華大學原子科學院工科系館外觀

為招募優秀的核子工程師，台電公司在清華大學原科院設有台電獎學金，提供大學部高年級或碩士班的學生，每年最多14名。獲獎的學生必須承諾畢業後在台電公司服務一定年限以上。這項獎學金競爭非常激烈，只有表現最優秀的學生方能獲獎。此外，熱心的核工/工科系（所）校友也提供豐富的獎學金，鼓勵學弟妹發表優良的研究成果或出國研習。

為拓展學生的國際視野並招募國際學生，原科院也積極推動國際交流，除了建構國際化的教研環境外，並與世界著名大學的核工系所簽署合作協議，如美國佛羅里達大學、北京清華大學、上海交通大學等。每年與上海交通大學、韓國科技大學合辦暑期核工課程。同時也設立原子科學院國際交流獎學金，每年補助約40名學生出國參加國際研討會、實習或學術參訪。

除了國立清華大學之外，台灣有少數科技大學亦提供核子工程學程，讓技職體系的學生獲得核工基礎訓練，例如台北科技大學與龍華科技大學的工學院，均提供約6門核電廠工程相關的課程。另有數所大學亦提供基礎的「核工導論」供理工學院的學生選修，畢業之後可投身核能發電相關產業，滿足台灣持續推動核能發電的部分人才需求。

（本文作者為清華大學原子科學院院長）



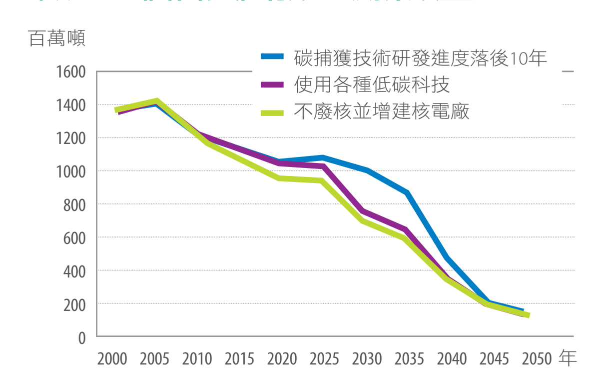
文．編輯室

歐洲電力聯盟綜合研究報告：保留、擴增核電將能加速減碳

代表全歐洲電力工業的電力行業組織－歐洲電力聯盟和雅典科技大學共同研究指出，在2050年前，發電業可望達到「碳中和」，也就是二氧化碳零排放。歐洲電力聯盟的報告預設兩個到2050年的情境：其一為發電政策維持目前基調，包括德國、比利時和西班牙廢核的預設情境；另一則為各國政府發電時使用各種低碳科技的的情況。

歐洲電力聯盟結論指出，當核電廠獲准營運後，可以更深入、更迅速減碳。該組織指出，除了再生能源、碳捕獲與貯存、輸電網改良和效率提升外，各國應當對核電廠進行「大量投資」。

歐盟27個會員國發電碳排放量



若碳捕獲與貯存技術研發進度落後，會導致碳排放量短暫上升，而擁核的政策可以加速減碳5年。

從供應面來看，若各國支持再生能源，可以提供38%的電力，而其中半數來自風力。若包括在2025年後興建的新核電廠，核電可在2050年前提供27%的電力，而3/4的化石燃料發電工業，則會逐漸採用碳捕獲與貯存技術。

然而，報告特別指出，海岸風力電廠興建進度落後，將會使核能及碳捕獲與貯存技術角色更吃重，然而研發進度落後也不無可能。也就是說，核能將因此成為萬一新能源技術失敗的安全網。

從市場需求面來看，國際碳交易市場開放和各體系內納入碳排放計價，將會促成燃料利用率更高。報告更進一步指出，歐洲整體碳排放將因轉向終端電力使用，而有顯著下降。

未來歐洲電氣化主要因素其一為道路運輸，歐洲電力聯盟嘗試藉由成立電力車任務小組，來達成電氣化的目標。歐洲電力聯盟也於2009年10月27日完成布設基礎充電系統宣言，並已送交給歐盟交通主任委員。

來源：WNN News 2009/11/16
http://www.world-nuclear-news.org/EE_Eurelectric_Keep_nuclear_for_emissions_cuts_1611092.html





歐洲吹起陣陣核風

文．編輯室

歐洲某些國家視核能為在供應能源同時，有效減少燃燒化石燃料的工具。但對於核能安全、廢棄物和成本揮之不去的考量，導致西歐的核電成長受到限制。但幾個中東歐國家為了減少對進口燃料的依賴，則熱中於興建核電廠。

歐洲興建/計畫興建中的核電廠：

阿爾巴尼亞：
政府曾於2008年表示欲發展核電，並且準備邀請義大利公司協助興建。

保加利亞：
將在貝林建造兩部百萬瓩級的俄式反應器，預計在2014年開始營運。但現由於德商RWE公司抽腿和延後動工，面臨資金困難窘境。

英國：
歐洲許多大型電力公司已經購地，要在該國興建新核電廠。

捷克：
捷克CEZ電力公司於8月投標，將在堤梅林核電廠建造兩部反應器。

芬蘭：
目前正在興建國內第5部反應器－歐洲壓水式、160萬瓩的歐基盧歐圖3號機，預計在2012年中上線。但根據TVO電力公司於2009年10月表示，進度可能會延後。

法國：
正在弗萊曼維爾興建160萬瓩歐洲壓水式反應器，預計在2012年開始營運。法國2009年1月公布，將在潘利核電廠興建另一部反應器。

德國：
新中間偏右政府計畫為德國17座核電廠延壽，但預計還是會維持目前禁建新核電廠的政策。

匈牙利：
政府在2009年4月同意帕克斯核電廠進行新建反應器機組準備作業，預計工期為11年。帕克斯核電廠現有4部反應器，提供匈牙利1/3電力。



義大利：
G8工業國中唯一無核電廠的國家。義大利在烏克蘭發生車諾比爾事件之後，於1987年關閉國內反應器，但現在則計畫重振國內核工業。義大利於2009年9月簽訂合作協定，謀求美國公司在義國興建電廠，為22年來的禁核令劃下休止符。

立陶宛：
國內3/4電力由依歌那林納核電廠提供，但必須在2009年底前關閉此前蘇聯時代電廠。波蘭、拉脫維亞和愛沙尼亞，對於興建替代依歌那林納核電廠的新電廠計畫表達支持，但新電廠預計在2018-2020年間才會開始營運。

荷蘭：
戴爾塔電力公司預計興建1部核電廠，可在2019年營運。政府同意在此任任期(到2011年)內不會再通過任何新建核電廠案，但戴爾塔公司希望由下一任政府處理新建案。

波蘭：
政府希望興建2部核能電廠，首部可在2020年前營運，以擺脫對燃煤的依賴。

羅馬尼亞：
計畫在2016年前在既有的色納佛達電廠2部機組內，再增建兩部72萬瓩的反應器。

斯洛伐克：
莫丘夫斯目前正在興建兩部47萬瓩的機組，預計可在2011-2012年間營運。捷克CEZ電力公司和斯洛伐克國家JAVYS電力公司，也希望在別處興建1座核電廠。

斯洛維尼亞共和國：
國家電力公司預計在2020年前興建第2座核電廠，預計斯國政府會於2010年通過建案。

瑞士：
瑞士愛斯波和BKW電力集團計畫興建2座核電廠，以期在2020年後營運，替代現在貝茲瑙及米勒貝格的兩部反應器。對手艾妥電力公司也考慮興建1部。

來源：2009/11/05 路透社
http://www.reuters.com/article/GCA-BusinessofGreen/idUSTRE5A42QC20091105?pageNumber=1&virtualBrandChannel=0

英國民眾不清楚能源議題 男女大不同

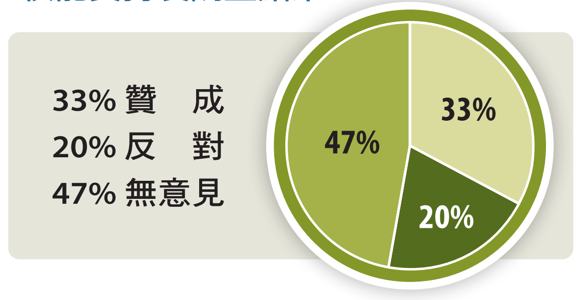
文・編輯室

英國核工業協會委託英國第二調查機構Ipsos MORI執行的年度民意調查顯示，英國民眾對於替換核能機組政策支持度仍高，但大部分的民眾，尤其女性，仍表示對於核能一無所知。

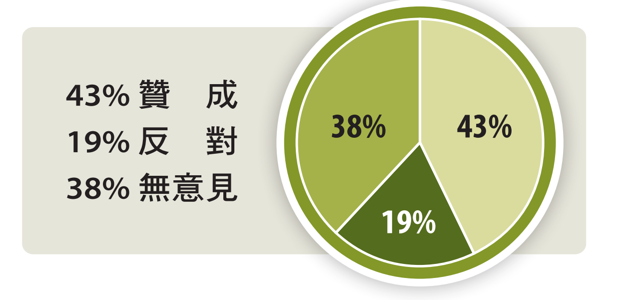
此次的調查特別著重在觀察男女性意見的不同，還有男性對於核能的支持度較高的原因。整體調查結果顯示，33%的受訪民眾贊成核能、20%不贊成。不過在問及是否要興建新機組以替換舊機組時，差別更明顯，43%贊成、19%反對。

但調查數據隱藏了很大的性別差異。例如53%的男性支持核能、15%反對；僅有33%的女性支持、22%反對而45%無意見。

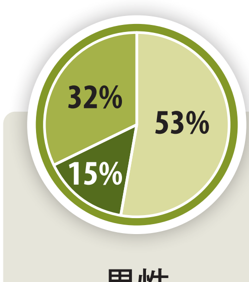
核能支持度調查結果



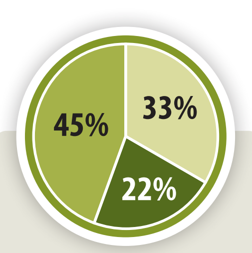
是否要興建新機組以替換舊機組



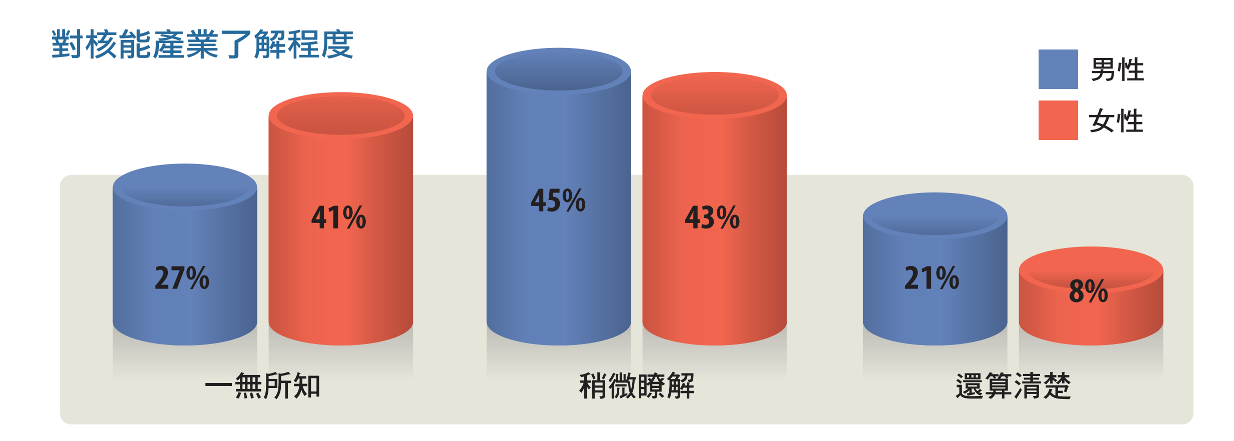
核能支持程度



男性
53%贊　成
15%反　對
32%無意見



女性
33%贊　成
22%反　對
45%無意見



這種情況可能來自資訊缺乏，同時也反應了性別差異。27%的男性表示對於核工業「一無所知」、45%表示「稍微」瞭解。而女性有41%「一無所知」、43%表示「稍微」瞭解。跟21%的男性相比，僅有8%的女性表示對核能產業「還算」清楚。

而關於核能的優點，約1/5民眾認同核能的可靠度和包括在碳排放方面，對環境有極低的影響。然而有1/3民眾無法描述核能任何正面貢獻。而對於核能缺點也有相同情況：24-35%的民眾提及放射性廢棄物和污染的風險，但24%無法說出任何缺點。

Ipsos MORI指出，民調顯示的「資訊空白」，通常是被社會事件產生的疑慮和恐懼填滿。49%的民眾承認，他們對核能沒有瞭解到足以提出個人意見。當被問及「你很想知道關於核能的什麼事情嗎？任何事情都可以」時，約有同樣人數的民眾表示無法回答。

Ipsos MORI表示，某些核能反對者對核能所知甚少，且沒有可以評估核能的知識基礎。他們發現，很少有人會主動尋找跟核能有關的資料，會這麼做的幾乎都是男性。男性族群當興趣相當濃厚時，會參考、比較各種資訊來源，以形成個人意見。但這麼做卻有瑕疵－男性有可能會因資訊來源不明和未正確解讀資訊，導致做成錯誤評判。而就女性族群而言，他們的個人意見可能來自單一來源，從與家人閒聊之中或是從大眾文化吸收。

男女性對於比較能源風險和優點也有很大不同。男性較趨於將風險和優點作平衡，以達到評估目的。而女性，另一方面來說，則會傾向規避任何風險。

民調結果顯示，英國政府目前最需要做的，就是導正民眾對核能基本的誤解，以讓核能接受度更高。研究者發現，對於覺得沒有足夠資訊可以讓他們支持核能的人而言，他們的基本立場就是反對。

核能高支持度、但民眾非常疑惑

僅有8%的民眾不同意「英國需要確保電力穩定供應的能源組合，其中包括核能和再生能源」，有67%的民眾同意上述說法。

49%整體民眾同意「我對核能瞭解的不夠清楚，不足以發表意見」，而有58%的女性有以上看法。

來源：WNN News 2009/12/02
http://www.world-nuclear-news.org/NP_Energy_issues_unclear_to_people_0312091.html



加拿大廣發英雄帖 徵求民間自願提供廢棄物場址

文・編輯室

加拿大政府徵求民間自願場址，貯存用過核燃料。如果有則分類廣告要描述加拿大的情況，大概如右：「誠徵：安全、有意願貯存4萬噸核子廢棄物的家。需為加拿大籍。意者請電。」

這是負責為加拿大22個反應器用過核燃料尋找處置場址的機構－加拿大核子廢棄物管理組織的訴求。加拿大核廢管理組織平常不在報紙上刊登廣告，官方人員僅在2009年11月於新布朗斯威克省舉辦公聽會，讓地方上瞭解，政府正在尋找適合放射性廢棄物的家。

加拿大跟他們的鄰居美國一樣，也在尋求用過核燃料長期的解決之道。但是加國尋找中央場址的方式，與美國在根本上就有很大的不同。最大的不同點，就是加拿大的潛在場址地區必須要自願，但美國是由官方強力介入操作。不過，就如同美國目前的僵局一樣，選擇場址是否成功，將會與加國是否會擴增核能息息相關。

美國用過核燃料 前途渺茫

在美國，選址是個由上到下的複雜機制，由政治力扮演重要的角色。1987年，國會通過法令，責成能源部探勘唯一場址－內華達州的雅卡山，之後花費數十億美金研究，結果顯示該址有問題。內華達州地方上強力反對雅卡山計畫，參議員雷德也帶頭領導。美國總統歐巴馬於是在2009年初擱置計畫，使得美國用過核燃料的未來生死未卜。

而加拿大的計畫，目標則是在於避免設址當地反對，因此需要地方「自願」設立地下處置場。政府會提供自願地區處置場環境風險和經濟回饋的詳盡資訊，預計處置場成本將在160-240億美金之間。在經由公投或其他方式獲公眾同意後，自願場址將列為候選場址，進一步做科學評估。

加拿大核廢組織發言人表示，「唯一讓社區參與的方式，就是他們要選擇參與。那才會是個被充分告知和心甘情願的社區。」

加拿大核廢管理組織於2002由加拿大聯邦政府成立，計畫將用過核燃料埋於2.3平方英哩大的地下堅固岩層中，遠離地下水或國家公園。處置場大概會在2035年完成，並且未來若有需要，可以取出放置在內的用過核燃料的設計。由於許多適合的場址可能位在原住民土地，加拿大核廢組織的研究報告，亦已經翻譯成該地區的原住民母語。

來源：Christian Science Monitor, 2009/12/10
http://www.csmonitor.com/World/Americas/2009/1210/p12s01-woam.html

LITHUANIA

立陶宛中低放廢處置場簽約

文．編輯室

由法商亞瑞華公司領軍的合資企業，獲得立陶宛政府合約，將設計中低放射性廢棄物近地表處置場。處置場位在依歌那林納核電廠附近的史塔巴帝克(Stabatiske)，占地40公頃。處置場概念為混凝土窖形式，範圍囊括50個區域，設計最終將容納10萬立方公尺的廢棄物。廢棄物以混凝土容器包覆，並用水泥固化。

處置場將會處置依歌那林納核電廠營運和除役產生的中低放射性廢棄物。立陶宛中低放廢處置場的設計概念與法國處置場相同，後者的盧伯處置場已經自1992年營運至今。

該處置場的廢棄物，主要來自受污染的設備和依歌那林納核電廠營運時，工作人員穿著的可拋式衣物。在未來數十年內核電廠除役後，產生的廢棄物大多會是中低放射性廢棄物。廢棄物多為混凝土塊、用過過濾器和靠近核反應過程的管路。由於廢棄物為短半衰期，在數年到數十年內，放射性將會大幅減低。

放射性廢棄物將放置到2030年，時間點大約是在依歌那林納核電廠除役後、完成所有廢棄物處理時。處置場之後將關閉，以防腐蝕的多層障壁覆蓋表面。關閉後，處置場將被監控至少300年。

另一方面，2009年9月，立陶宛國家核能安全局曾發給依歌那林納核電廠中期貯存設施建照，暫貯電廠的用過核燃料。依歌那林納核電廠有兩部150萬瓩前蘇聯時代的RBMK反應器。立陶宛同意關閉這兩部機組，作為加入歐盟的條件之一。相對的，歐盟則承諾至2013年為止，會支付立國核電廠除役費用和補償金。依歌那林納核電廠1號反應器在2004年關閉，2號則將在2009年底關閉，使得現有的RBMK同型機組，僅存在俄羅斯。

來源：1. WNN News 2009/11/02
http://www.world-nuclear-news.org/WR-Contract_for_Ignalina_waste_repository-0211095.html
2. 核能簡訊110期，2008/02/15。



民生消費食品及飲水放射性含量分析報導

文．編輯室

▲ 國人主要民生消費食品

行政院原子能委員會輻射偵測中心（以下簡稱偵測中心）負責執行全國民生消費食品的放射性含量調查與分析。偵測中心依據行政院農業委員會所進行國人每年糧食供給量調查資料，定期至消費市場採取國人主要消費食品（米、麵粉、蔬菜、水果、魚類、肉類、蛋、麵粉、鮮奶）。此外，也在高雄、嘉義、彰化、新竹等產地，採取魚、貝、藻類樣品（花枝、草蝦、海蝦、鰻魚、鮪魚、旗魚、虱目魚、海藻、牡蠣、蛤蜊）進行放射性核種的定性與定量分析。各類食品中主要含有天然放射核種鉀40外，還有來自於全球性放射性落塵的微量鍶90、銫137的人工放射核種。

民國98年，偵測中心針對各類民生消費食品的分析結果說明如下：鉀40活度變動範圍介於23-171貝克／公斤；鍶90活度值均小於最低可測活度（MDA）；銫137活度最高測值為0.26貝克／公斤。偵測中心依據國人主要消費食品放射活度值與臺灣地區主要食品平均消費量，評估國人攝食劑量均遠低於法規劑量限值，無輻射安全顧慮。偵測中心也統計民國90-98年間，國人主要消費食品中，鉀40、鍶90、銫137含量的變動範圍（表1）。

原能會為嚴密管制國外受污染的食品進入國內，偵測中心每個月定期派員至消費市場採購進口食品（海產食品、新鮮蔬果、乾果食品、乳製品、嬰兒食品、飲料類）進行放射性含量分析（圖3）。各類進口食品分析結果，均符合「商品輻射限量標準」規定（表2），無輻射安全顧慮。

偵測中心也關心國人飲水的輻射安全，除定期採取臺灣省自來水公司等12個管理處26個給水廠，及台北市自來水事業處10個給水廠的



▲ 放射性含量分析作業（加馬能譜分析）


▲ 消費市場進口食品罐頭


▲ 消費市場包裝礦泉水

飲用水樣品外，並自消費市場採取各項品牌包裝礦泉水進行放射性總阿伐與總貝他濃度分析。分析結果總阿伐濃度均小於MDA值，總貝他濃度最高測值為0.10貝克／升，均符合「商品輻射限量標準」規定。

今後偵測中心將持續不斷地進行國人所關切的食品及飲用水的放射性含量調查與分析，為國人攝食與飲水的輻射安全把關。

表1. 臺灣地區民生主要食品鉀40、鍶90、銫137含量變動範圍

活度 試樣	鉀40	鍶90	銫137	分析結果
米	24-43	< MDA-0.04	< MDA-0.86	正常
葉菜	27-151	< MDA-0.04	< MDA-0.05	正常
根菜	29-171	< MDA-0.04	< MDA-0.04	正常
水果	7-158	< MDA-0.36	< MDA-0.47	正常
海魚	12-154	< MDA-0.03	< MDA-1.41	正常
淡水魚	70-133	< MDA-0.06	< MDA-1.09	正常
豬肉	70-143	< MDA-0.04	< MDA-0.68	正常
雞肉	75-136	< MDA-0.04	< MDA-0.13	正常
雞蛋	37-123	< MDA-0.04	< MDA-0.09	正常
鮮奶	40-64	< MDA-0.07	< MDA-2.50	正常
麵粉	34-78	< MDA-0.07	< MDA-0.06	正常

統計期間：90年1月~98年12月。

MDA：最低可測活度（Minimum Detectable Activity），表示樣品活度很低。

表2. 商品輻射限量標準

1. 食品：銫134及銫137的總和含量每公斤限值為370貝克/公斤。
2. 飲水：總阿伐濃度限值：550毫貝克/升；總貝他濃度限值：1,800毫貝克/升。

資料來源：行政院原子能委員會於民國96年12月31日修正公布施行。

核能新聞

文．編輯室

國外新聞

2009年全球反應器：2部新營運、2部關閉、11部新計畫

2009年僅有2部反應器開始營運、2部關閉。11部新機組的作業，預告了未來幾年內反應器的高度成長。這11部新反應器建造計畫，9部在中國大陸、1部在南韓、1部在俄羅斯，使得全球興建中反應器總數達到54部。

2009年趨勢與2008年類似，2008年無新反應器上線，但有10部動工。以每部機組工期4-6年來計算，代表在2014年左右，大概每個月都會有新反應器啟用。

2009年全球現有反應器功率提昇增加80.8萬瓩容量，使得全球核能容量上升到3.73億瓩。

來源：WNN News 2010/01/04

核技術出口再下一城 南韓獲阿聯選為核能夥伴

千呼萬喚始出來，阿拉伯聯合大公國延宕許久的200億美金核電廠標案，終於塵埃落定，由南韓廠商拿下。南韓近年來核工業發展迅速，積極拓展海外市場。繼先前標下約旦研究用反應器合約之後，南韓再度進軍中東市場，吃下阿聯反應器合約。由南韓水力及核電公司領軍的南韓核工業群，將主導營運新反應器。

阿聯首批反應器為140萬瓩級，將在2017年上線，其餘機組則在2020年跟進。目前阿聯尚未選定核電廠址，但阿聯核能公司表示，目前該公司有一系列口袋名單，地點遍及全國，仍在進行評估中。

阿聯曾於2008年表示，使用天然氣來應付電力成長需求，是不可能的任務。尤其使用燃煤或石油，則是相當不環保；而再生能源只能應付極小的需求。但除了向南韓購入的首批4部機組之外，阿聯仍希望能夠再添購幾部，以堅實阿國的核能電廠群。阿聯統計，國內的電力需求將在2020年前從1,600萬瓩，暴增到4,000萬瓩。

來源：WNN News 2009/12/29

法國永續發展計畫 次世代核能研發囊括10億歐元

法國總統薩科奇12月14日公布規模龐大的投資計畫，總預算達350億歐元。其中次世代核能研發計畫獲得10億歐元資金。此計畫將藉由支援與中小企業合作研發新技術，處理自80年代開始法國生產力下降的問題。350億歐元計畫中最大宗77億歐元支出，乃是用在建立科技研發中心。

永續研發計畫還包括分配到碳貯存及捕獲技術的15億新能源技術經費。另外的10億是用在整合5-10家公私立研究中心。法國政府表示，依照其先前的承諾，永續研發計畫中核能和再生能源的預算，分配相當平均。

計畫中10億歐元的經費，流向第四代反應器研發區塊。官方文件特別指出，第四代反應器比現有的反應器使用更少的鈾，設計更為安全。不過法國政府目前尚未公布時程和詳細計畫。

來源：WNN News 2009/12/15

南韓核電技術首次出口 拿下約旦反應器合約

南韓在跨國競標大賽中，擊敗阿根廷、中國核工業總公司和俄羅斯核電建設出口公司，贏得約旦反應器合約，打響南韓出口反應器設計的第一砲。未來南韓將協助約旦興建一部5,000瓩研究型反應器。約旦的研究反應器將在2010年動工，預計2014年完成。

獲約旦欽點的南韓企業，是由南韓原子能研究所和大宇工程公司成立的合資公司。價值1.7億美金的研究用反應器，被視為是約旦興建核電廠的先遣部隊。約旦採用的南韓漢那禾反應器，將提供約旦核子科學家和工程師訓練的機會，並生產工業、農業和醫用同位素。南韓漢那禾研究反應器，設計基礎來自加拿大楓葉反應器，目前南韓也有一部自1995年順利運轉至今的同型3萬瓩反應器。

來源：WNN Overview 2009/12/11

南韓投資尼日鈾礦脈 保障國內能源燃料供應

南韓核電廠提供全國4成電力，目前國內正在興建6部大型反應器，並另有6部機組計畫在2022年開始營運。南韓的核電大計未來將會讓核電提供國內55%的電力。南韓電力公司旗下的南韓水力與核電公司有20部營運中反應器，每年約需要3,100噸鈾。

南韓電力公司為了保障核燃料供應穩定，買下尼日鈾礦經營公司1/10股權，成為尼日有史以來最大的礦脈開發交易案。尼日鈾礦經營公司底下的伊莫蘭鈾礦預計從2013年開始，年產量可達5,000噸鈾，時間長達35年。伊莫蘭礦脈廣達20平方公里，蘊藏14.6萬噸已知和推估的鈾。

來源：WNN Overview 2009/12/11

土耳其終止核電廠投標作業

土耳其官方日前正式宣布，土耳其核電導入計畫宣告終結。這代表土耳其政府自70年代即汲汲營營的核電大計，已經步入結局。先前土國政府計畫招標興建營運一座核電廠，因只有一家廠商投標，作業只能於2008年9月結束。

俄羅斯廠商曾與2家公司共同提出4部俄式壓水式反應器的提案，但是電價方案高於土耳其國內現行電價太多，且計畫很多細節需要修正，因此計畫流產。

土耳其多年來曾進行過零星核電計畫：1970年進行30萬瓩反應器可行性評估；1973年電力主管機關決定建造8萬瓩的示範電廠，但因故作罷；1976年地中海沿岸的阿庫由獲發興建核電廠執照；1980年由於政府資金不足，數個興建核電廠計畫流產。

1993年時，經過提出初步計畫後，土耳其政府將核電廠納入投資計畫中，但是投標細節直到1996年底才揭露。1997年3家國外廠商競逐阿庫由 200萬瓩電廠標案，但土國政府於1998到2000年間，由於財務吃緊，7次延宕公布正式決策。

來源：WNN News 2009/12/09

日本第一部 MOX反應器全速運轉

日本首部使用混合氧化物燃料(MOX)的反應器，目前容量全開運轉中。九州電力公司的玄海3號機使用的燃料，是利用回收用過核燃料的鈾和鈽，於10月製造。玄海3號從11月初重啟開始，逐漸慢慢增加輸出量，直到12月2日達正常營運值。MOX燃料中回收的鈽，未來將在日本核燃料循環扮演重要角色。除此之外，其他兩家電力公司四國和中部電力公司，也考慮在2010年或之後，將MOX燃料用在自家反應器內。

來源：WNN Industry Talk 2009/12/07

俄羅斯燃料銀行獲准設立 立意良善但成效遭質疑

為了增進國際核燃料供應穩定度，由國際原子能總署贊助的核燃料倉庫，即將在俄羅斯設置。

容量達120噸的低濃縮鈾倉庫，足以供應兩組新反應器的燃料裝填、或6次重新裝填。傳統的反應器每1年到1年半要重新裝填燃料。俄羅斯燃料銀行計畫案表示，「可靠的核燃料供應，主要來自於運作良好的健全市場－供應商和消費者在商業契約下遵循各自的義務」。燃料倉庫僅是用來給面臨「有不能克服的政治障礙」，但合於國際原子能總署規範的國家使用。

然而世界核能協會執行長、前美國駐國際原子能總署特派員約翰里屈表示，「甚至用理論來看，也沒有人能成功說明未來情況會如何」，「能夠支持防核武擴散的機制，都能從全世界的核工業和各國政府獲得支援。但燃料銀行要如何達到這種效果，仍是個問題。」

里屈質疑，「既然有國家全力遵守防止核武擴散條約，哪會需要燃料銀行？而無論是為了商業或是非法軍事用途，企圖研發鈾濃縮技術的國家，哪會因為有燃料銀行存在，而改變他們的態度呢？」

然而，俄羅斯仍執意進行燃料倉庫計畫，自行負擔生產低濃度鈾和貯存維護所需費用。

來源：WNN News 2009/12/01

越南通過興建首批核電廠

由共產黨主導的越南國會，於2009年11月底通過「核電法草案」，並通過110億美金的初期預算，興建首批核電廠，國外核電商聞此磨刀霍霍。根據越南政府計畫，在2020年前，至少會有1部反應器營運。越南計畫興建4部反應器，提供總數400萬瓩電。

興建核電廠計畫背後的支持力量，來自於未來越南可能會有能源短缺的問題。由於經濟起飛，越南每年的電力需求約以15%成長。如營造業類的重工業，電力需求相當強烈。越南政府計畫，核電一開始可供應越南5%以下的整體電力需求，但在2050年前應提供約3成電力。

外國廠商對越南核電廠計畫顯得興致勃勃－西屋公司、法國電力、中國廣東核電集團和俄羅斯核電建設出口公司都表達高度興趣。11月中，越南總理阮晉勇才剛與法國總理費雍簽訂核子合作條約。不過越南政府表示，未來核電廠合約花落誰家，仍屬未定之數。

來源：AFP 2009/11/25、WNN News 2009/11/25

英國發布多項能源政策 打造核能大未來

英國11月9日以6個到2025年的新草案，進行能源政策大檢視。草案內建議核能為未來能源供應的骨幹，並且點名10個地方為適合新建核電廠的區域。

英國即將屆齡退休的反應器群組，過去提供英國3成電力。它們將在2017年被民間投資電力取代，做為英國的低碳科技「三劍客」－再生能源、核能和碳捕獲技術之一。英國目前各界漸達共識，已經訂出由再生能源提供3成電力的目標。未來英國政府將嚴格規範，沒有碳捕獲技術的火力發電廠不准興建，既有的電廠則必須要引進相關技術。

英國政府提出協助裝置核反應器、風力發電機和電力傳輸線路的新制度。英國此次政策的重要轉變，是地方公聽會僅討論地方議題，而不是質疑國家基礎建設需求。能源及氣候變遷部秘書長米勒邦德表示：「每個地方都說不，對國家沒有好處。」

英國未來幾年內，將有1,800萬瓩的電力要除役。米勒邦德預見英國將興建2,000萬瓩

電，其中1,600萬瓩將來自核能。

來源：WNN News 2009/11/09

產油國也要核能 阿聯培養前鋒部隊

阿拉伯聯合大公國現正進行核工獎學金第二輪申請作業，第一輪獲獎學生已經開始進修。核工獎學金提供阿聯國民全額補助，可以到世界頂尖大學修習核工、機械或電機的大學部或研究所學位。一旦完成學業，獲獎的學生將在阿聯的核工業界工作。

阿聯核子獎學金計畫於2009年5月推出，申請人數達500人，最後選出38名學生。這批學生已經於阿聯、法國、英國和美國，包括巴黎奧賽大學和喬治亞理工大學開始就讀。

依據阿國政府於2008年7月公布的核子政策，該國的能源需求可能在2020年前增加一倍，天然氣僅可以應付一半。而核能在鞏固能源安全的同時，也是符合需求、具有競爭力的選擇。因此阿聯目前正加緊腳步，打算在2020年前讓3部反應器上線。

來源：WNN News 2009/11/09

美國反應器執照更新

美國核能管制委員會更新海狸谷1、2號機執照年限到20年，分別為2036和2047年。此為美國全數104部反應器中，第57件的更新案。

WNN Overview 2009/11/06

保加利亞核電廠關閉補償金加碼成功

保加利亞政府成功向歐盟執委會申請，增加關閉克茲魯迪核電廠補償金。歐盟加碼的4.4億美金，是用來幫助保加利亞改善電力網路，補償金前後共達12億美金。保加利亞先前為了加入歐盟，同意關閉營運正常的克茲魯迪核電廠內4部反應器，每年損失160萬瓩發電容量。關閉核電廠終結了保國電力出口大國的時代，許多高科技工作機會因此流失。

克茲魯迪核電廠殘存的5、6號機，提供保加利亞3成5的電力。保加利亞政府在2009年初遭逢天然氣危機時，甚至還考慮暫時重啟被關閉的反應器。

前蘇聯時代的反應器，在斯洛伐克和立陶宛兩國也面臨類似的命運。立陶宛的依歌那林納反應器預定在2009年底關閉。但斯洛伐克、立陶宛和保加利亞均寄予厚望，希望藉由在保加利亞新建的貝林核電廠，能夠成功取代被關閉核電廠的電力。由於俄羅斯強力的干預，因此雖然貝林核電廠籌資困難，但仍有一絲生機。

來源：WNN News: 2009/10/27

中國大陸積極發展核電

根據中國大陸27日開幕的全國能源工作會議中，大陸國家能源局長張國寶表示，2010年中國大陸將積極推動核電建設，包括將研究調整核電中長期發展規劃、加速沿海核電建設、積極推動內陸地區核電計畫。

近年中國大陸新建的核電廠有8座，經核准的發電量規模達3,140萬瓩，占全世界興建中核電機組三成以上，成為興建中核電規模最大的國家。中國大陸官方在2008年核准興建4座核電廠共14座機組，今年又核准浙江三門、山東海陽與廣東台山等3座電廠6座機組的興建計畫。目前，中國大陸建設中的百萬瓩級核電機組有19部，若按照每瓩造價1.2萬人民幣計算，直接投資金額將超過2,500億元人民幣（約1.18兆新台幣）。

（2009.12.29.本刊訊）

國內新聞

核三廠發現校正用放射性物質調查說明

11月24日原能會接獲核三廠電話通報，當日上午核三廠發現核能研究所參加核三廠大修的工作人員，攜帶未經申請的放射性物質欲進入廠區，隨即將該放射性物質留置保管，經初步瞭解，該枚輻射源為校正用放射性物質鐳226，無安全之虞，不會對人體造成危害。

目前原能會已初步完成訪談並要求核能研究所進行調查，包括放射性物質來源，攜入廠內的目的進行了解，以確定並釐清該射源的來源。此外已透過其國內駐台子公司向該公司查詢其原持有者，並將請相關儀器的銷售商，告知買受人在儀器報廢時，校正射源應完成報廢手續。

（2009.12.01.原能會）

中華民國核能學會會員大會暨用過核燃料管理策略研討會

中華民國核能學會12月16日於核能研究所舉辦第28屆第2次會員大會，會中頒發多項獎項。其中最受矚目的是核能界最高榮譽—朱寶熙紀念獎，本屆得主為原能會核能管制處處長陳宜彬。其餘獎項分別是：第5屆原子能安全績優獎團體獎—工業技術研究院、原能會核管處核四廠專案小組、陸軍化學兵學校；個人獎—台大醫院腫瘤醫學部鄭秀成、台電公司核二廠劉光榮、核能研究所劉清士。本屆核工獎學金得主則為清華大學工程系統與科學系張佳穎。



▲ 原能會核管處處長陳宜彬獲頒朱寶熙紀念獎

本次會員大會邀請美國放射性廢棄物管理專家朱嚴斯台與卓鴻年蒞臨演講，以及宣讀大陸、日本、歐洲等地區核能發展現況的論文；同時，核能學會下屬之學術委員會共同舉辦「2009用過核燃料管理策略研討會」，共發表20篇報告，成果豐碩。本次與會會員近300人，可謂盛況空前。

（2009.12.16.本刊訊）

核能研究所所長由馬殷邦接任



核研所現任所長葉陶然即將屆齡退休，所長一職將由現任副所長馬殷邦接任，於1月14日進行職務交接。

核研所在原子能領域的研究與應用已有40餘年，無論在維護核電廠運轉安全、輻射安全防護、放射性廢棄物處理／處置、電漿技術應用、核醫藥物的開發與應用等方面，均累積了深厚的技術與能力。對國內核電廠的安全維護，各主要醫院的放射醫療設施與醫藥的使用，以及輻射在民生工業的應用，均有貢獻。近年來，除持續在原子能領域從事研究與應用外，也以早年從事核能研發所累積的技術為基礎，擴大到再生能源與新能源領域，例如太陽光電、風力發電、纖維酒精、燃料電池等，已具有初步的成果。

（2010.01.14.本刊訊）

龍門核能電廠工程進度報導

龍門核能電廠（核四廠）工程總進度至98年12月底為91.41%（註），較98年11月底(91.30%)進展0.11%，各分項工程進度詳如下表：

工程進度（截至98年12月底止）

	總進度	設計	採購	施工	試運轉
比例	100%	19%	15%	58%	8%
實際進度	91.41%	97.92%	99.98%	94.58%	36.85%

註：行政院於98年9月18日以院臺經字第0980057452號函核定本計畫第1、2號機商轉日期調整為100年12月15日、101年12月15日。

資料來源：
http://www.aec.gov.tw/upload/1261014953LM9811.pdf
http://www.aec.gov.tw/upload/1263266391LM9812.pdf

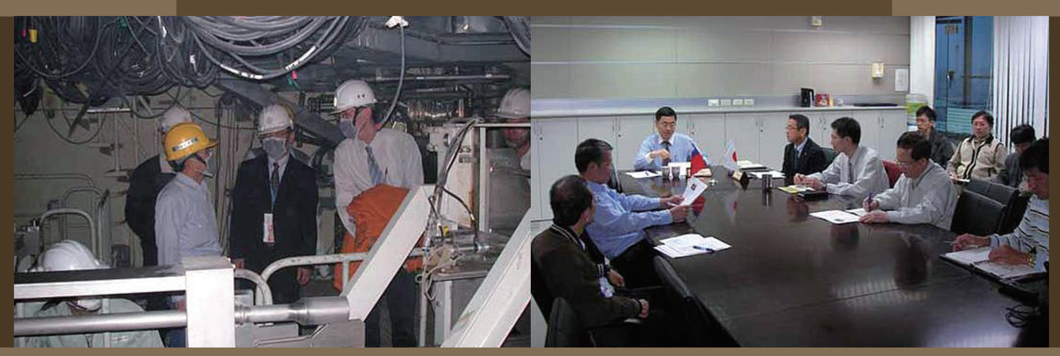


圖1. 日本東京電力公司專家於龍門工地爐底區現場勘查

圖2. 日本東京電力公司專家於原能會專題演講